

## Библиографический список

1. Бирюков П.А., Булах С.А. Формат малого предпринимательства в лесопромышленных производствах // Лесн. вестник. 2008. № 3. С. 167–171.
2. Бирюков П.А., Кузьмина М.В., Булах С.А. К оценке возможностей малого лесного предпринимательства в регионе // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Екатеринбург: УГЛТУ. 2012. С. 7–10.
3. О неотложных мерах по развитию малого и среднего предпринимательства в Свердловской области в 2009 г.: постановление правительства Свердловской области № 1403-ПП от 26 декабря 2008 г.
4. Об исполнении Закона Свердловской области «О развитии малого и среднего предпринимательства в Свердловской области»: постановление Областной думы Законодательного собрания Свердловской области № 259-ПОД от 22 июня 2010 г.

УДК 694:699.865

**Ю.Б. Левинский**  
(J.B. Levinskiyi)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
**А.А. Ушницкий**  
(A.A. Ushnitskiyi)  
ЯГСХА, Якутск  
**М.Ф. Лавров**  
(M.F. Lavrov)  
СВФУ, Якутск

# **ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ТИПА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО КАРКАСНОГО ДОМА (SELECT TYPE OF GOOD INSULATION FOR ENERGY EFFICIENCY OF A FRAME HOUSE)**

*Рассмотрены строительные материалы, применяемые в малоэтажном деревянном домостроении, и их сравнительные характеристики. Приведены теплотехнические расчеты стеновых конструкций каркасных деревянных домов с различными теплоизолирующими материалами.*

*The aim of this work is a matter of choice insulating material such as the argument of the integral index of energy efficiency as a wooden house as a whole.*

*Considered building materials used in low-rise wooden building and in their comparative performance. Given thermal engineering calculations wall construction frame wooden houses with a variety of insulating materials.*

Целью данной работы является вопрос выбора теплоизолирующего материала как аргумента функции такого интегрального показателя, как энергоэффективность деревянного дома в целом.

Основной особенностью климата Якутии является резкая континентальность, проявляющаяся в значительных годовых колебаниях температуры. Годовые амплитудные колебания среднемесячных и абсолютных температур составляют 62 и 102 °С в г. Якутске, 52 и 95 °С в Олекминске, 45 и 85 °С в Алдане. Продолжительность безморозного периода равна 95 дням в г. Якутске, 100 дням в Олекминске и 97 дням в Алдане. Средняя продолжительность устойчивых морозов варьирует: в г. Якутске – 185, Олекминске – 174, Алдане – 177 дней; температура

варьирует от –64 до +38 °С в г. Якутске, –59 до +36 °С в Олекминске и от –51 до +34 °С в г. Алдане [1].

Годовые колебания температуры в Центральной Якутии [2] можно выразить в виде:

$$t_{\pi}^r(\tau) = t_{cp}^z + A_t^r \cos \frac{\pi}{4380} \tau, \quad (1)$$

где  $t_{cp}^z$  – среднегодовая температура;

$A_t^r$  – амплитуда годового колебания температуры;

$\tau$  – время в сутках (условно 1 сут равны 1° и все месяцы имеют 30 дней).

Из рис. 1 видно, что минимальные температуры составляют от –40 до –50 °С и наблюдаются с середины ноября до середины февраля. Положительная температура наблюдается с апреля по август включительно. Средняя температура самого жаркого месяца

$t_{\max} = 20^{\circ}\text{C}$ , а самого холодного  $t_{\min} = -50^{\circ}\text{C}$ , годовой перепад низкой и высокой температур составляет  $70^{\circ}\text{C}$ . Еще более значителен перепад низкой и высокой температур года (более  $100^{\circ}\text{C}$ ).

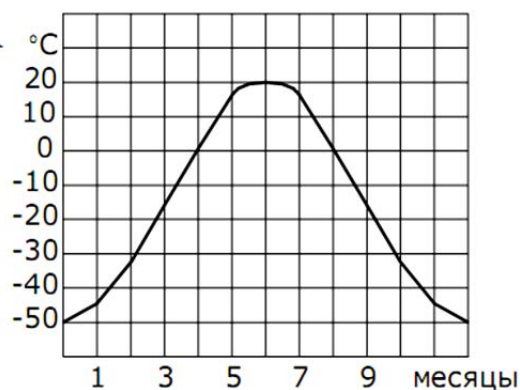


Рис. 1. Годовые колебания температуры в Центральной Якутии

В соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 в табл. 1 приведены значения требуемого  $R_{\text{reg}}$  и допустимого  $R_{\min}$  сопротивлений теплопередаче наружных стен и совмещенных покрытий для г. Якутска.

В настоящее время на рынке Якутии в сфере малоэтажного частного домостроения наиболее часто применяемыми являются технологии строительства домов из монолитного (блочного) пено(газо)бетона и массивных или каркасных деревянных конструкций. При этом снижение теплопроводности конструкций достигается за счет применения различных теплоизоляционных материалов. Следуя логике, можно было бы утверждать, что снижения теплопотерь можно добиться увеличением толщины этих слоев, однако такой подход ведет к увеличению себестоимости постройки. Строители в лучшем случае руководствуются расчетами оптимального сочетания толщины несущих стеновых конструкций и теплоизолирующих материалов, в худшем применяют имеющиеся на рынке типоразмеры «на глазок». Поэтому кардинально затраты на обогрев зданий при этом не изменяются и остаются существенной статьей расходов

в семейном бюджете. Более того, некоторые материалы зачастую оказываются вредными для человека или в случае сочетания с деревянными конструкциями сводят на нет микроклимат в жилых помещениях.

В последнее время наметилась тенденция изменения стиля жизни и требований, предъявляемых к жилищу. Сейчас людей уже не устраивает только крыша над головой, они требуют соответствующий уровень внутренней отделки, санузла в доме, стеклопакетов, оригинальных архитектурно-планировочных решения и ландшафтный дизайн прилегающей территории, а искушенные — уникальной энергетики, микроклимата и экологичности, присущих только домам, построенным из древесины и естественных природных материалов.

Анализ рынка показывает, что в общем объеме деревянного домостроения наметилась тенденция увеличения доли каркасных домов с различными вариантами теплоизолирующих материалов. Теплоизоляционные материалы можно разделить на три основные группы:

- 1) минераловатные материалы;
- 2) пенополистирол и его подвиды;
- 3) материалы на основе органических компонентов.

Минераловатные материалы относительно легко монтируются в конструкции стеновых панелей простой геометрической формы. На этом преимущество данных утеплителей заканчивается. Форма таких утеплителей превращается в серьезный недостаток, когда нужно работать со сложными и неровными поверхностями. Данные материалы содержат ядовитые фенольные соединения. В процессе эксплуатации в минераловатных материалах образуются конденсат, плесень, усадка и, как следствие, мостики холода в швах утеплителя. Увлажнение минваты на 1% увеличивает теплопроводность на 8%, появление разрывов вследствие усадки на 4% приводит к 25% потере тепла всей стеновой конструкцией. Минераловатные материалы не «дышат» и приводят к образованию «парникового эффекта» в помещении, что полностью нейтрализует достоинства деревянного дома.

Таблица 1

Значения требуемого  $R_{\text{reg}}$  и допустимого  $R_{\min}$  сопротивления теплопередаче наружных стен и совмещенных покрытий для г. Якутска

Район строительства	Назначение здания	Условия эксплуатации	$D_{\text{д}}$ , $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$	$R_{\text{reg}} / R_{\min}$ , $\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$	
				Стены	Перекрытия
Якутск $t_{\text{ext}} = -54^{\circ}\text{C}$ ; $t_{\text{ht}} = -20,6^{\circ}\text{C}$ ; $z_{\text{ht}} = 256$ сут	Жилые	A	10650	5,13/3,23	7,53/6,02
	Общественные	A	10394	4,32/2,72	5,76/4,61
	Производственные	A	9370	2,87/2,30	3,84/3,07

Низкая паропроницаемость пенополистирола и его подвидов также приводит к образованию плесени и грибка, а в результате к разрушению конструкций, ухудшению микроклимата в помещении. Самым большим недостатком пенополистирола является повышенная горючесть и токсичность, что ограничивает его применение согласно действующим строительным и пожарным нормам.

Эковатой же одинаково легко можно изолировать пространство любой степени сложности, она лишена вышеуказанных недостатков, «дышит» подобно дереву, великолепно держит тепло даже в переувлажненном состоянии, не смерзается, ведет себя как древесина – выравнивает влажность, обладает отличными звукоизолирующими свойствами.

Рассмотрим основные виды теплоизолирующих материалов и конструкций стен в деревянном исполнении. Результаты теплотехнического расчета в ПО «OVENTROP OZC» рассматриваемых конструкций приведены в табл. 2.

Визуализация результатов теплотехнических расчетов стеновых конструкций приведена на рис. 2.

Результаты теплотехнического расчета показывают, что расчетная толщина теплоизолирующего слоя для различных материалов незначительна. Поэтому произведем анализ качественных характеристик рассматриваемых конструкций.

Анализ положительных и отрицательных сторон также говорит о сравнительно высоких потребительских, качественных, эксплуатационных характеристиках каркасной стеновой панели с наполнением из эковаты.

Таким образом, современный подход к энергоэффективности здания требует следующих строительных решений:

- в современном малоэтажном деревянном каркасном домостроении согласно проведенному анализу и расчетам в качестве теплоизолирующего материала необходимо использовать эковату;
- располагать здания нужно с учетом местности, солнечного освещения, преобладающих ветров;
- форма здания должна быть максимально скопирована с учетом минимизации площади стеновых конструкций к площади здания в целом;

Таблица 2

Теплотехнический расчет каркасных стеновых конструкций с различными вариантами теплоизолирующего слоя

№	Наименование конструкции	Сопротивление теплопередаче $R$ , Вт / (C · м <sup>2</sup> )		Толщина теплоизоляционного слоя, мм	
		расчетное	типовое	расчетная	типовая
1	Каркасная панель с минераловатным наполнением	5,145	5,698	179	200
2	Каркасная панель с пенополистиролом	5,135	5,435	188	200
3	Каркасная панель с наполнением из эковаты	5,153	5,153	151	151

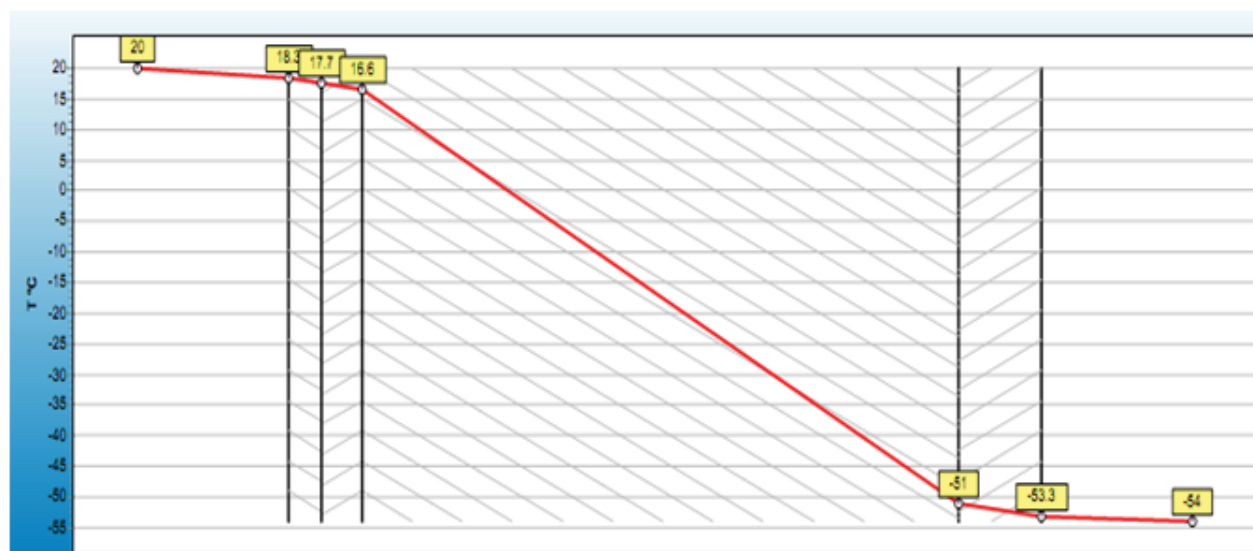


Рис. 2. Распределение температуры по сечению стены в ПО «OVENTROP OZC»

- помещения с большими окнами должны быть расположены на южной стороне, малые окна или их отсутствие – на северной;
- необходимо максимальное использование буферных тепловых зон (теплицы, предбанники, солнечные окна и т.д.);
- наружные ограждения (стены, крыша или перекрытие крыши) должны быть хорошо термоизолированы, герметичны, с минимальным количеством термических утечек;
- необходимо использование наружных окон и дверей с высокой термической изолированностью и повышенной герметичностью;
- необходима ночная изоляция окон;
- должна быть конструкция здания, исключающая мостики холода;
- должны применяться балконы специальной конструкции, ограничивающей до минимума термические утечки;
- необходима автоматическая рекуперация вентилируемого воздуха;
- нужна система отопления и горячего водоснабжения с высоким КПД;
- возможно использование солнечных коллекторов для нагрева бытовой горячей воды.

Таблица 3

Анализ сильных и слабых сторон стеновых конструкций

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Стеновая конструкция из бруса	
Простота возведения Экологичность Доступность Ремонтопригодность Распространенность	Необходимость обработки антипиренами и антисептиками Усадка Уплотнение межвенцового пространства Появление трещин Сравнительно высокая теплопроводность Сравнительно высокая стоимость Необходимость устройства облицовочного покрытия
2. Каркасная стеновая панель с минераловатным наполнением	
Простота возведения Доступность Распространенность	Необходимость обработки антипиренами и антисептиками Необходимость устройства облицовочного покрытия Мостики холода Образование плесени и дереворазрушающих грибов Парниковый эффект в помещениях
3. Каркасная стеновая панель с наполнением из пенополистирола	
Простота возведения Доступность Распространенность	Необходимость обработки антипиренами и антисептиками Необходимость устройства облицовочного покрытия Горючесть Мостики холода Образование плесени и дереворазрушающих грибов Парниковый эффект в помещениях
4. Каркасная стеновая панель с наполнением из эковаты	
Простота возведения Ремонтопригодность Экологичность Высокая энергоэффективность	Необходимость устройства облицовочного покрытия Малая распространенность

Библиографический список

1. Тимофеев П.А., Исаев А.П., Щербаков И.П. Леса среднетаежной подзоны Якутии. Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1994. 140 с.
2. Буслаев Ю.Н. Прочность цельной и клееной древесины при низких температурах: учеб. пособие. Якутск: Изд-во ЯГУ, 1992. 73 с.